

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ФИЗИКА ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выходит с января 1965 г.	Периодичность 6 номеров в год	Том 48, № 1	Январь — февраль 2012 г.
-----------------------------	----------------------------------	----------------	-----------------------------

СОДЕРЖАНИЕ

Костин С. В., Кришеник П. М., Озерковская Н. И., Фирсов А. Н., Шкадинский К. Г. Ячеистые режимы фильтрационного горения пористого слоя.....	3
Кабиллов М. М. Исследование диффузионно-тепловой устойчивости волн фильтрационного горения газов в инертной пористой среде.....	14
Палесский Ф. С., Минаев С. С., Фурсенко Р. В., Баев В. К., Кирдяшкин А. И., Орловский В. М. Моделирование горения предварительно перемешанных смесей газов в расширяющемся канале с учетом радиационных теплопотерь.....	21
Шумский В. В., Ярославцев М. И. Состав рабочего тела в рабочей части высокоэнтальпийной установки	28
Милёхин Ю. М., Ключников А. Н., Попов В. С., Мельников В. П. Сопряженная задача моделирования внутрибаллистических характеристик РДТТ.....	38
Фёдоров А. В., Тропин Д. А. Математическая модель детонационного сгорания пара керосина в окислителе.....	47
Коробейничев О. П., Шмаков А. Г., Максюттов Р. А., Терещенко А. Г., Князьков Д. А., Большова Т. А., Косинова М. Л., Суляева В. С., Ву Ч.-Ш. Синтез мезопористых нанокристаллических пленок TiO_2 в пламени смеси $\text{H}_2/\text{O}_2/\text{Ar}$	55
Радишевская Н. И., Львов О. В., Касацкий Н. Г., Чапская А. Ю., Лепакова О. К., Китлер В. Д., Найбороденко Ю. С. Особенности самораспространяющегося высокотемпературного синтеза пигментов шпинельного типа.....	64
Рашковский С. А., Милёхин Ю. М., Ключников А. Н., Федорычев А. В. Метод модельного уравнения в теории нестационарного горения твердого ракетного топлива .	71

Гусаченко Л. К., Зарко В. Е., Рычков А. Д. Зажигание и гашение гомогенных энергетических материалов световым импульсом	80
Синдицкий В. П., Егоршев В. Ю., Серушкин В. В., Филатов С. А. Горение энергетических материалов с ведущей реакцией в конденсированной фазе	89
Садовничий Д. Н., Марков М. Б., Воронцов А. С., Милёхин Ю. М. Особенности распространения электромагнитного импульса в твердотопливной энергетической установке.....	110
Колдунов С. А., Ананьин А. В., Гаранин В. А., Торунов С. И. Детонационные характеристики разбавленных жидких взрывчатых веществ: смеси нитрометана с нитробензолом.....	117
Жерноклетов М. В., Ковалёв А. Е., Комиссаров В. В., Новиков М. Г., Зохер М. Э., Черне Ф. Дж. Измерение скоростей звука за фронтом ударной волны в олове	123
Огородников В. А., Романов А. В., Гончаров Е. А., Давыдов А. И., Свиридова И. А. Инициирование пассивного заряда взрывчатого вещества через преграду при наличии зазоров.....	130
Богдан Вячеславович Войцеховский (к 90-летию со дня рождения).....	135
Авторский указатель и указатель статей, опубликованных в английской версии журнала «Физика горения и взрыва» (Combustion, Explosion, and Shock Waves) в 2011 г....	139

УДК 536.46

ЯЧЕИСТЫЕ РЕЖИМЫ ФИЛЬТРАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ ПОРИСТОГО СЛОЯ

С. В. Костин¹, П. М. Кришеник¹, Н. И. Озерковская¹, А. Н. Фирсов²,
К. Г. Шкадинский²

¹Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН, 142432 Черногловка

²Институт проблем химической физики РАН, 142432 Черногловка, shkad@icp.ac.ru

На примере горения порошка титана исследован ячеистый режим фильтрационного горения пористых энергетических составов, взаимодействующих с активным газовым реагентом и образующих конденсированные продукты реакции. Предложен простой и визуально доступный квазидвумерный экспериментальный анализ нелинейной динамики распространения фронта горения с регулируемым фильтрационным транспортом газа. В условиях недостатка газового реагента и неустойчивости плоский фронт фильтрационного горения распадается на изолированные ячейки экзотермического химического взаимодействия, распространяющиеся в пульсирующем режиме. Дана трактовка полученных результатов в рамках модели теплофильтрационной устойчивости фронта фильтрационного горения.

Ключевые слова: горение, фильтрация, пористые энергетические составы, математическое моделирование.

ВВЕДЕНИЕ

Фильтрационное горение пористых высокоэнергетических составов, взаимодействующих с активным газовым реагентом и образующих конденсированные продукты реакции, используется в высокотемпературном синтезе конструкционных материалов [1]. В условиях этого синтеза за счет экзотермического химического взаимодействия, без дополнительного подвода тепла извне, можно организовать фронтальный высокотемпературный процесс, достигающий нескольких тысяч градусов, и получать стойкие, тугоплавкие материалы и изделия из них. Однако при всей внешней простоте осуществление качественного синтеза требует глубокого понимания макрокинетики процесса и возможностей управления им. Массы газа, находящейся в объеме пор, при обычных давлениях недостаточно для стехиометрического превращения всей конденсированной среды. Необходим дополнительный транспорт газового реагента извне за счет возникающего понижения давления в зоне реакции. Этим обусловлено название высокотемпературного взаимодействия — фильтрационное горение. Большая часть зоны горения находится внутри пористого объема и визуально недо-

ступна для прямого экспериментального исследования. Повышенные давления, экстремально высокие температуры и градиенты ведут к тому, что визуально недоступную информацию об условиях синтеза приходится получать косвенным путем. Интенсивные исследования последнего времени позволили узнать многое о макрокинетических закономерностях распространения фронта синтеза и его нелинейной динамике. Однако проблема прямого (визуально доступного) экспериментального исследования процесса и разработки адекватных математических моделей его описания остается актуальной.

В данной работе предложена и обоснована простая схема экспериментального изучения фильтрационного горения в квазидвумерном приближении. С ее помощью исследована нелинейная динамика ячеистых структур фильтрационного фронта горения. Впервые обнаружен пульсирующий режим движения ячеек экзотермического химического превращения. Показано, что в условиях неустойчивости плоского фильтрационного фронта горения последний «распадается» на отдельные ячейки экзотермического химического превращения, которые, перемещаясь по слою конденсированной среды, оставляют за собой конденсированные продукты в форме полос. В зависимости от условий фильтрационного транспорта

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 10-03-01167-а, 10-03-00316-а).